

Rectificación de las tablas actualmente utilizadas en la fumigación cianhídrica de los agrios en España

por

Federico Gómez Clemente y Francisco G. Regueral

Estación de Fitopatología Agrícola, Burjasot (Valencia).

(Lám. XXXI.)

Las tablas dosimétricas que se han venido empleando para la determinación de la cantidad de cianuro sódico o potásico correspondiente a cada planta en la fumigación cianhídrica de los agrios, son las dispuestas por la Comisión nombrada al efecto por el Ministerio de Fomento por RR. OO. de 19 y 27 de septiembre de 1910.

Tales tablas son adaptación al sistema métrico decimal de las redactadas en América por Mr. Woglum, corregidas y perfeccionadas, y han prestado notables servicios a la agricultura. Pero se imponía introducir en ellas ciertas modificaciones, sugeridas unas por la práctica de más de veinte años de fumigación y aconsejadas otras por los conocimientos actuales sobre los principios técnicos en que se funda el empleo del gas cianhídrico en la extinción de ciertas plagas.

De momento exponremos el método seguido para la determinación de las tablas de fumigación que figuran en el folleto *Instrucciones que deben observarse en los trabajos de fumigación con el ácido cianhídrico*¹, dejando para un nuevo trabajo los problemas que nos han sugerido estos estudios, con otros ya planteados sobre concentración del gas bajo las lonas, estudios que indudablemente han de permitirnos encontrar las causas de algunas de las anomalías que se observan en la fumigación de naranjos.

Las primeras modificaciones aludidas se refieren a la disposición de las filas y columnas de sumas de alturas y circunferencias, respectivamente, que encuadran la tabla, y al grado de aproximación con que se han de pesar las dosis correspondientes en el campo. En las antiguas tablas, efectivamente, los números que indican las distintas sumas de alturas crecen de 30 en 30 centímetros y de 60 en 60 los correspondientes a las circunferencias, como consecuencia de la traducción al sistema mé-

¹ Publicación de la Estación de Patología Vegetal de Levante (5.^a edición, 98 páginas, 35 grabados y 3 tablas de fumigación. Valencia, 1934).

trico decimal de las medidas americanas en pies. Asimismo, y por análoga razón, las dosis de cianuro están expresadas en números enteros, que pretenden estar aproximados con error menor de un gramo. En las tablas recientemente redactadas por nosotros los números que representan la suma de alturas crecen de 50 en 50 centímetros, y los que expresan circunferencias, de metro en metro, con lo que se consigue hacer las tablas mucho más claras y facilitan su manejo sin detrimento para la exactitud de la operación, pues siempre es fácil tomar una dosis media, entre las correspondientes a dos circunferencias, que comprendan la encontrada para un árbol cualquiera, cuando ésta no sea un número exacto de metros. Digamos de paso que la citada corrección, en los números que expresan suma de alturas, se refleja también en la graduación de las escalas de las lonas, que deben variar de 50 en 50 centímetros en vez de 30 en 30 como antes lo hacían. Así se consigue facilitar notablemente las lecturas por la noche, por ser más claras las divisiones, y además la suma de alturas encontrada se halla siempre en las tablas. En lo que se refiere a los números que expresan las dosis, hemos aproximado las cifras a cero o cinco, hasta 100 gramos de cianuro, y redondeado a cero las restantes, con lo que el máximo error cometido es menor del 12,5 por 100 y en general no llega al 2 por 100.

Por último, y en lo que a presentación de las tablas se refiere, hemos adoptado la forma que puede observarse, que al mismo tiempo que reduce el espacio ocupado por aquéllas creemos facilita su manejo.

Entremos ahora a detallar el método seguido en el cálculo de las tablas de fumigación. Ya en las primitivas calculadas por Woglum, modificadas y adaptadas a España por el Ingeniero agrónomo Salas Amat, se observó que no bastaba fijar una dosis mortal de cianuro por metro cúbico de volumen cubierto por las tiendas de fumigación para tener resultados satisfactorios, sino que era preciso tener en cuenta, además, las pérdidas de gas a través de la superficie de la tienda, que al cabo de cuarenta y cinco minutos se hace casi absoluta. También se tuvo en cuenta en aquellas tablas el hecho de que, puesto que los volúmenes crecen más rápidamente que las superficies, en los árboles pequeños la superficie de escape por metro cúbico es mayor que en los árboles grandes, y, en consecuencia, la dosis asignable por metro cúbico a los primeros debe ser mayor que en los últimos.

Así, Woglum había encontrado para árboles de tamaño medio que la dosis mortal contra determinadas cochinillas del naranjo era de una onza (28,35 gr.) por 100 pies cúbicos (2,833 m.³), mientras que en los pequeños era necesario elevarla a onza y media y en los de gran tamaño eran suficientes tres cuartos de onza; con arreglo a estas dosis fué redactada su tabla.

Sin embargo, si se analiza esta tabla detenidamente nos encontramos con que las dosis en ella consignadas no compensan de modo uniforme las pérdidas de gas ocasionadas por la superficie de escape correspondiente a los distintos árboles.

Efectivamente, consideremos los dos árboles siguientes:

Número	Suma de alturas	Circunferencia	Volumen	Superficie
1	11,4	15	63,4	65,1
2	9,9	18	60,842	59,67

Como vemos, el primer árbol tiene mayor volumen y mayor superficie de escape que el segundo; le debe corresponder, por tanto, mayor dosis. En las tablas usadas en España hasta el presente les corresponde, sin embargo, la misma dosis: 425 gramos de cianuro sódico en invierno. En la calculada por nosotros la dosis del primero es de 430 gramos y 390 la del segundo.

Veamos otros ejemplos:

Número	Suma de alturas	Circunferencia	Volumen	Superficie
1	12	15	68,78	69,56
2	10,5	18	68,57	65,07

Teniendo ambos árboles igual volumen sensiblemente, al de mayor superficie debe corresponderle mayor dosis, y, sin embargo, las antiguas tablas dan para el primero 425 gramos y 446 para el segundo; en las nuevas le corresponde al primero 450 gramos y 420 al segundo.

Para corregir estos errores y otros análogos que pudiéramos señalar, varios autores—además de calcular, como lo hizo Woglum, los volúmenes de los distintos árboles que se encuentran más frecuentemente en el cultivo—han determinado también las correspondientes superficies de escape. Conocidos los volúmenes y las superficies, han fijado la dosis mortal por metro cúbico para las distintas cochinillas, en espacios herméticamente cerrados, y la correspondiente a la pérdida por metro cuadrado, para determinar la dosis total del árbol, suma de ambas.

Esto, sin embargo, no lo consideramos exacto, porque equivale a suponer que la pérdida por unidad de superficie es constante en la unidad de tiempo y la misma para todos los árboles, lo que puede razonarse que no es cierto, y así ha sido demostrado experimentalmente. En efecto, para

que la pérdida por unidad de superficie en la unidad de tiempo fuese la misma en los árboles grandes y pequeños, la misma habría de ser la tensión o concentración del gas debajo de la tienda, cosa que no sucede, puesto que a la dosis por metro cúbico se añade la correspondiente por metro cuadrado de lona, y en los árboles pequeños la superficie de lona correspondiente a un metro cúbico es, como hemos dicho, mayor que en los árboles grandes, y en consecuencia la concentración en los primeros es también mayor que en los últimos. En cuanto a la constancia de pérdida de gas en los distintos momentos de la operación, es obvia la falta de base de la afirmación, puesto que a medida que el gas sale de la tienda la concentración disminuye en el interior hasta anularse casi al cabo de cuarenta y cinco minutos. Estos extremos han sido comprobados por nosotros haciendo extracciones de gas debajo de las tiendas y su análisis, a fin de conocer las variaciones de concentración en ácido cianhídrico.

CÁLCULO DE LAS NUEVAS TABLAS DE FUMIGACIÓN.

Según lo que llevamos dicho, para calcular una tabla de fumigación es preciso conocer, en primer lugar, el volumen que corresponde a cada árbol que se trata de fumigar y la superficie de la lona que lo cubre. En las tablas de volúmenes y superficies construídas por otros autores, los números que representan las sumas de alturas y las circunferencias van de 30 en 30 y de 60 en 60 centímetros, respectivamente; y como nosotros desde el primer momento nos propusimos introducir las modificaciones que en un principio se indican, ha habido que calcular los volúmenes y las superficies de todos los tamaños de tiendas que se utilizan en la fumigación, determinándose después la relación de superficie a volumen o superficie correspondiente a la unidad de volumen, que nos ha servido para fijar en cada caso la dosis total por metro cúbico.

Para calcular el volumen y la superficie de escape correspondiente a cada árbol se ha supuesto, como admiten la mayoría de los autores, que la forma geométrica que la lona adopta sobre los árboles es la de un cilindro terminado por una semiesfera y cuyas fórmulas de volumen y superficie son las siguientes:

$V = \pi R^2 H + \frac{2}{3} \pi R^3$, y llamando C a la circunferencia y O a la suma de alturas o distancias de tierra a tierra pasando por la cúspide del árbol:

$$R = \frac{C}{2\pi} \qquad H = \frac{O - \frac{C}{2}}{2}$$

y sustituyendo

$$V = \pi \cdot \frac{C^2}{4\pi^2} \cdot \frac{O - \frac{C}{2}}{2} + \frac{2}{3} \pi \cdot \frac{C^3}{8\pi^3} = \frac{C^2}{4\pi} \cdot \frac{O - \frac{C}{2}}{2} + \frac{C^3}{12\pi^2} =$$

$$= \frac{C^2}{4\pi} \left(\frac{O}{2} - \frac{C}{4} + \frac{C}{3\pi} \right) = \frac{C^2}{4\pi} \left(\frac{O}{2} - \frac{C(3\pi - 4)}{12\pi} \right)$$

que es la fórmula de Woglum, no empírica, como suponen algunos, sino deducida, según hemos visto, sin artificio de ninguna clase.

La superficie se deduce de modo análogo; conservando las notaciones tendremos:

$$S = 2\pi RH + 2\pi R^2 = 2\pi \frac{C}{2\pi} \cdot \frac{O - \frac{C}{2}}{2} + 2\pi \frac{C^2}{4\pi^2} =$$

$$= \frac{C}{2\pi} \left(\pi O - \pi \frac{C}{2} + C \right) = \frac{C}{2\pi} \left(\pi O - \frac{C(\pi - 2)}{2} \right)$$

en la que, dando a C y O los distintos valores que figuran en la tabla, hemos encontrado los volúmenes y superficies correspondientes.

Cuando la suma de alturas sea igual a la semicircunferencia, las fórmulas anteriores se reducen a las de la semiesfera, y la superficie y el volumen de los árboles de este tipo es el que corresponde a la última casilla de cada línea horizontal, de la respectiva tabla. Hemos prescindido de calcular estos datos para los pocos árboles en que la suma de alturas es menor que la semicircunferencia, y en estos casos la dosis se ha determinado teniendo en cuenta la proporción en que varían los valores en las escalas, horizontal y vertical, que confluyen en la correspondiente casilla.

Una vez obtenidas las tablas de volúmenes, superficies y relaciones de superficie a volumen, el cálculo de las dosis necesarias para los tamaños de tiendas adoptados, lo hemos realizado siguiendo un procedimiento muy semejante al empleado por Woglum, ya que partimos de tres árboles tipos; pero variamos por completo el método de determinación de las dosis intermedias, con lo cual evitamos las anomalías que en un principio hemos indicado.

De la experiencia adquirida en los varios años de empleo de las tablas calculadas por la Comisión oficial española, y de los datos recientemente recogidos por nosotros a tal efecto, se deduce que los resultados generalmente obtenidos con las referidas tablas han sido satisfactorios, pudiendo

Tabla de volúmenes.

Distancia alrededor del árbol en metros

	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
3	0.765	1.177	1.553	1.824																				3
3'S	0.944	1.495	2.050	2.540	2.896																			3'S
4	1.123	1.813	2.547	3.256	3.871	4.323																		4
4'S	1.392	2.132	3.045	3.972	4.845	5.596	6.155																	4'S
5	1.481	2.450	3.542	4.688	5.820	6.869	7.766	8.443																5
5'S	1.660	2.766	4.039	5.405	6.795	8.142	9.378	10.432	11.238															5'S
6	1.839	3.067	4.557	6.121	7.770	9.416	10.967	12.422	13.645	14.589														6
6'S	3.405	5.034	6.837	8.745	10.669	12.601	14.401	16.012	17.454	18.549														6'S
7		5.531	7.553	9.720	11.962	14.212	16.401	18.459	20.319	21.911	23.168													7
7'S		8.269	10.694	13.235	15.823	18.390	20.866	23.184	25.273	27.067	28.495													7'S
8		8.986	11.569	14.309	17.135	20.079	23.274	26.049	28.636	30.966	32.971	34.562												8
8'S			12.644	15.762	19.046	22.368	25.681	28.913	31.986	34.865	37.447	39.675	41.480											8'S
9				17.055	20.658	24.356	28.088	31.776	35.360	38.765	41.924	44.768	47.230	49.240										9
9'S				22.249	26.348	30.495	34.643	38.722	42.644	46.400	49.861	52.979	55.685	57.910										9'S
10					28.357	32.902	37.508	42.084	46.563	50.676	54.954	58.729	62.131	65.092	67.544									10
10'S						35.310	40.372	45.446	50.462	55.352	60.047	64.538	68.577	72.274	75.502	78.191								10'S
11							43.237	48.808	54.162	58.810	63.410	67.227	71.022	74.456	78.459	81.964	84.901							11
11'S								52.170	58.261	64.305	70.233	76.337	81.468	86.638	91.417	95.738	99.530	102.726						11'S
12									62.160	68.781	75.326	81.888	87.914	93.820	99.375	105.511	109.559	113.250	115.716					12
12'S										73.257	80.419	87.636	94.340	101.001	107.352	113.284	118.766	123.774	128.175	131.922				12'S
13											85.512	93.565	101.813	109.883	117.290	124.057	130.416	136.298	141.634	146.356				13
13'S												98.335	107.251	115.365	122.468	130.831	138.045	144.822	151.093	156.790				13'S
14													113.697	122.544	131.266	139.604	147.674	155.346	162.532	169.224				14
14'S														129.729	138.163	146.377	153.903	161.870	170.011	178.165				14'S
15															147.121	155.515	164.932	174.384	183.870	193.401				15
15'S																165.924	176.540	186.918	196.925	206.525				15'S
16																	186.159	197.442	208.369	218.939				16
16'S																		207.960	219.848	231.393				16'S
17																			231.307	243.827				17
17'S																				256.751				17'S

Suma de altura/

Tabla de superficies.

Distancia alrededor del árbol en metros

	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
3	3.68	4.55	5.23	5.73																				3
3'S	4.43	5.55	6.48	7.23	7.80																			3'S
4	5.18	6.55	7.73	8.73	9.55	10.19																		4
4'S	5.93	7.55	8.98	10.23	11.30	12.19	12.89																	4'S
5	6.68	8.55	10.23	11.73	13.05	14.19	15.14	15.92																5
5'S	7.43	9.55	11.48	13.23	14.80	16.19	17.39	18.42	19.26															5'S
6	8.18	10.55	12.73	14.73	16.55	18.19	19.64	20.92	22.01	22.92														6
6'S		11.55	13.98	16.23	18.30	20.19	21.89	23.42	24.76	25.92	26.90													6'S
7		12.55	15.23	17.73	20.05	22.19	24.14	25.92	27.51	28.92	30.15	31.19												7
7'S		16.48	19.23	21.80	24.19	26.38	28.42	30.26	31.92	33.40	34.69	35.81												7'S
8			20.73	23.55	26.19	28.64	30.92	33.01	34.92	36.65	38.19	39.56	40.74											8
8'S			25.30	28.19	30.89	33.40	35.76	37.92	39.90	41.69	43.30	44.74	46.00											8'S
9				30.19	33.14	35.32	38.51	40.92	43.15	45.19	47.06	48.74	51.25	51.57										9
9'S					35.39	38.42	41.25	43.92	46.90	48.69	50.81	52.74	54.50	56.07	57.46									9'S
10						40.92	44.01	46.92	49.65	52.19	54.56	56.74	58.75	60.57	62.21	63.66								10
10'S							46.75	48.92	52.90	55.69	58.31	60.74	63.00	65.07	66.96	68.66	70.19							10'S
11								52.92	56.14	59.19	62.06	64.74	67.25	69.67	71.71	73.66	75.44	77.03						11
11'S									59.40	62.69	65.81	68.74	71.50	74.07	76.46	78.68	80.69	82.53	84.19					11'S
12										66.19	69.56	72.74	75.75	78.57	81.21	83.66	85.94	88.03	89.94	91.67				12
12'S											71.31	76.74	80.00	83.07	85.96	88.68	91.19	93.53	95.69	97.67	99.47			12'S
13												80.74	84.25	87.57	90.71	93.66	96.44	99.03	101.44	103.67	105.72			13
13'S													88.50	92.07	95.46	98.66	101.69	104.53	107.19	109.67	111.97			13'S
14														96.67	100.21	103.68	106.94	110.03	112.94	115.67	118.22			14
14'S															104.96	108.66	112.19	115.53	118.69	121.67	124.22			14'S
15																113.66	117.44	121.03	124.44	127.67	130.72			15
15'S																	122.69	126.53	130.19	133.67	136.97			15'S
16																		132.03	135.94	139.67	143.22			16
16'S																			141.69	145.67	149.47			16'S
17																				151.67	155.72			17
17'S																					161.97			17'S

Suma de altura/

considerarse únicamente las dosis proporcionadas por aquéllas algo bajas en los árboles de gran tamaño. Por otra parte, siempre es posible elegir algunos árboles de dimensiones fijas y comprobar que las dosis a ellos correspondientes son eficaces, como hemos hecho con los tres siguientes:

	Suma de alturas	Circunferencia
Arbol pequeño.....	5,00	7,00
— mediano.....	8,50	11,00
— grande.....	12,00	17,00

En cuanto a las dosis necesarias, se han determinado teniendo en cuenta las que figuran en las tablas oficiales, las que utilizan los fumigadores considerados como prácticos y las que fija Woglum en sus recientes trabajos para árboles análogos. Estas dosis, comprobadas tanto directamente en el campo como sobre árboles cubiertos con armazones metálicos de las dimensiones correspondientes a los referidos tipos, han sido las siguientes:

	Gramos de cianuro sódico
Arbol pequeño.....	97,60
— mediano.....	250,00
— grande.....	480,00

Para calcular las dosis correspondientes a los árboles restantes hemos recurrido al cálculo siguiente: puesto que las dosis por superficies no son constantes, habría que calcular para cada árbol la que le correspondiera, y ello sería una labor ímproba. En cambio, conocemos las de los árboles tipos cuya variación es, como puede observarse, relativamente pequeña y casi despreciable para los 40 ó 50 árboles comprendidos entre cada dos árboles tipos y entre los que deben repartirse estas diferencias. Si, como consecuencia, suponemos constantes las dosis por unidad de superficie para dos árboles próximos en la tabla tendremos, llamando D_p , D_m y D_x las dosis unitarias correspondientes a los árboles tipos, pequeño, mediano y a un árbol cualquiera comprendido entre ellos; V_p , V_m y V_x y S_p , S_m y S_x sus volúmenes y superficies; T la dosis total y d y d' las dosis correspondientes a la unidad de volumen y de superficie: $T = d \cdot V + d' \cdot S$.

$$D_p - D_m = \frac{dV_p + d'S_p}{V_p} - \frac{dV_m + d'S_m}{V_m} = d + d' \frac{S_p}{V_p} - d - d' \frac{S_m}{V_m}$$

Tabla de relaciones de superficie a volumen.

Distancia alrededor del árbol en metros

	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
3	4.610	3.866	3.368	3.141																					3
3'5	4.692	3.712	3.161	2.846	2.693																				3'5
4	4.612	3.613	3.035	2.681	2.467	2.357																			4
4'5	4.554	3.541	2.949	2.575	2.332	2.178	2.094																		4'5
5	4.510	3.490	2.888	2.502	2.242	2.068	1.949	1.885																	5
5'5	4.475	3.450	2.842	2.448	2.178	1.988	1.854	1.768	1.714																5'5
6	4.446	3.417	2.805	2.406	2.130	1.932	1.787	1.684	1.613	1.571															6
6'5		3.392	2.777	2.374	2.093	1.889	1.737	1.625	1.542	1.485	1.450														6'5
7			2.753	2.347	2.063	1.855	1.698	1.580	1.490	1.423	1.376	1.346													7
7'5				2.325	2.038	1.828	1.668	1.545	1.450	1.377	1.321	1.282	1.255												7'5
8				2.307	2.018	1.805	1.643	1.517	1.418	1.340	1.280	1.233	1.200	1.178											8
8'5					2.001	1.786	1.622	1.493	1.392	1.311	1.247	1.196	1.156	1.128	1.109										8'5
9						1.770	1.604	1.475	1.371	1.288	1.220	1.166	1.122	1.089	1.064	1.047									9
9'5							1.569	1.456	1.363	1.268	1.198	1.141	1.095	1.058	1.029	1.007	0.992								9'5
10								1.444	1.338	1.251	1.180	1.121	1.072	1.032	1.000	0.975	0.958	0.942							10
10'5									1.324	1.236	1.164	1.104	1.053	1.011	0.972	0.949	0.926	0.909	0.898						10'5
11										1.224	1.150	1.089	1.037	0.994	0.956	0.929	0.902	0.882	0.867	0.857					11
11'5											1.138	1.076	1.023	0.979	0.937	0.909	0.882	0.860	0.843	0.829	0.819				11'5
12												1.065	1.011	0.966	0.925	0.894	0.865	0.842	0.814	0.806	0.794	0.785			12
12'5													1.001	0.954	0.911	0.880	0.851	0.826	0.805	0.787	0.773	0.762	0.754		12'5
13														0.944	0.900	0.869	0.838	0.812	0.790	0.771	0.755	0.742	0.732		13
13'5															0.891	0.858	0.827	0.800	0.777	0.757	0.740	0.726	0.714		13'5
14																0.849	0.818	0.790	0.776	0.745	0.727	0.711	0.699		14
14'5																	0.809	0.771	0.756	0.734	0.715	0.699	0.684		14'5
15																		0.772	0.747	0.725	0.705	0.688	0.673		15
15'5																			0.739	0.717	0.696	0.676	0.663		15'5
16																				0.709	0.688	0.670	0.654		16
16'5																					0.681	0.662	0.646		16'5
17																						0.656	0.639		17
17'5																							0.632		17'5

suma de altura/

Tabla de dosis para cianuro sódico en invierno.

Distancia alrededor del árbol en metros/

	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
3	29.05	35.52	40.48	44.12																					3
3'5	34.95	43.22	50	55.25	59.33																				3'5
4	40.82	50.93	58.47	66.36	72	76.56																			4
4'5	46.70	58.63	68.82	77.45	84.78	90.82																			4'5
5	53	66.3	78.2	88.6	97.6	105.15	111.36	116.31																	5
5'5	59	73	87.6	99.7	110.28	119.36	127.07	132.8	138.35																5'5
6	65	80.7	97	110.8	122.99	132.76	141.75	150.92	157.46	163.68															6
6'5	71	88.4	106.4	121.9	140.7	146	158.4	167.4	175.5	183.44	189.48														6'5
7		96.1	115.8	133	163.4	160.3	171.1	183.9	193.5	203.5	210.37	216.62													7
7'5			125.2	144.1	166.1	174.6	185.8	200.4	211.5	223.5	231	238.78	245.05												7'5
8				155.4	178.8	188.9	200.5	217.9	229.5	243.5	252	260	268	275.3											8
8'5					190.9	205	221.69	234.21	250	262	273.07	282.75	291.33	299.4	306.5										8'5
9						219.9	236.4	256.7	268.52	282	294	304	314	323	331	338.5									9
9'5							253	273.2	286.65	302	315	326	337	347	356	364.3	371.8								9'5
10								288	305.65	322	336	348	360	371	381	390	399.5	405							10
10'5									323.9	340.73	358.52	370	383	395	406	416	426	432.7	441						10'5
11										360.9	377	392.71	406	419	431	442	453	459	468.1	476.6					11
11'5											398.4	414.58	428.36	443	456	468	478	486	495	504.5	512.2				11'5
12												437.1	452.37	467.3	480	492.9	503.35	514.4	521.6	532.5	541.1	549			12
12'5													476.4	491	504.9	518	530	541	548	560	570	578.4	585.6		12'5
13														515.8	529.4	544	557	568	575	588	598.3	607	617.1		13
13'5															554.5	569.5	584	595	606.8	616	627.2	636	646		13'5
14																595.1	610	622	634	644	656	665	675		14
14'5																	637	649	662.3	672	684	694	704		14'5
15																		676.4	689.7	702.3	712.8	723	733		15
15'5																			712.3	730.9	741.3	752	762.7		15'5
16																				759	770	782	792.2		16
16'5																					799	813	822.2		16'5
17																						842	852		17
17'5																							882		17'5

suma de altura/

$$D_x - D_p = \frac{dV_x + d'S_x}{V_x} - \frac{dV_p + d'S_p}{V_p} = d + d' \frac{S_x}{V_x} - d - d' \frac{S_p}{V_p}$$

o simplificando

$$D_p - D_m = d' \left(\frac{S_p}{V_p} - \frac{S_m}{V_m} \right) \quad D_x - D_p = d' \left(\frac{S_x}{V_x} - \frac{S_p}{V_p} \right)$$

y, dividiendo ambos

$$\frac{D_p - D_m}{D_x - D_p} = \frac{\frac{S_p}{V_p} - \frac{S_m}{V_m}}{\frac{S_x}{V_x} - \frac{S_p}{V_p}}$$

fórmula que nos permite calcular la dosis unitaria de un árbol cualquiera (D_x), conocidos su volumen y superficie de escape (V_x y S_x). La dosis total de este árbol sería: $T_x = D_x \cdot V_x$.

De este modo se ha construido la tabla de la figura 7, para cianuro

									7	Suma de alturas
									7.5	
									8	
									8.5	
345.27									9	
371.58	382.95								9.5	
397.8	411.48	425.25							10	
424.32	438.78	454.3	467.46						10.5	
450.84	466.59	481.95	496.18	509.9					11	
477.36	490.28	510.3	524.7	539.8	553.4				11.5	
502.75	518.45	539.72	552.89	569.7	584.38	598.41			12	
528.36	545.9	568	580.88	599.2	615.6	630.45	645.26		12.5	
554.88	573.71	596.4	609.5	629.16	646.1	661.63	678.81		13	
580.89	601.52	624.75	643.2	659.12	677.37	693.24	710.6		13.5	
607.89	628.3	653.1	672	689	708.48	724.85	742.5		14	
	656.11	681.45	702	719	738.72	756.46	774.4		14.5	
		702.22	731	751	769.82	788	806.3		15	
			760.33	782	800.6	819.68	838.27		15.5	
				812.13	831.6	852.38	871.22		16	
					861.93	886.17	904.22		16.5	
						917.78	931.2		17	
							940.2		17.5	
18	19	20	21	22	23	24	25			

Circunferencia

Final de la tabla anterior, aumentada gradualmente del 2 al 10 por 100.

sódico en invierno. Sin embargo, se ha visto que para los árboles que pudiéramos llamar de tamaño excepcional, dimensiones superiores a 9 metros de suma de alturas y 18 metros de circunferencia, las dosis calculadas teóricamente son en la práctica deficientes, tanto por el pequeño error que admi-

TABLA N.º 1 de fumigación con CIANURO POTÁSICO (y en casos especiales con Cianuro sódico) en invierno

ESTACION DE PATOLOGIA VEGETAL
BURJASOT (Valencia)

Circunferencia (distancia alrededor del árbol) en metros																										
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		15	16	17	18	19		20	21	22	23	24	25	
8			180	210	230	250	270	290	310	320	340	350	8	360	370					570						10
8'5				220	250	270	290	310	330	350	360	380	8'5	390	400	410				600	620					10'5
9				240	270	290	320	340	360	380	390	410	9	420	430	440	460				640	660	680			11
9'5						310	340	360	380	400	420	430	9'5	450	460	480	500	510		680	700	720	740			11'5
10								380	410	430	450	470	10	480	490	510	530	550		720	740	760	780	800	820	12
10'5								400	430	450	470	490	10'5	510	530	540	560	580		760	780	800	820	840	860	12'5
11								430	460	480	500	520	11	540	560	580	600	620		800	820	840	860	880	900	13
11'5									480	510	530	550	11'5	570	590	610	640	660		840	860	880	900	920	940	14
12										530	560	580	12	600	620	640	670	690		860	880	900	920	940	960	15
12'5											580	610	12'5	640	660	680	700	730		880	900	920	940	960	980	16
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
3	40	45	55	60	70								13	670	690	710	740	770	800	820	840	860	880	900	13	
3'5	45	55	65	75	80	90							13'5	700	720	740	770	800	830	860	880	900	920	950	13'5	
4	55	70	80	90	95	100	110						14	730	750	780	810	840	870	900	920	940	970	990	14	
4'5	60	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170		14'5	760	780	810	860	880	910	940	960	980	1010	1030	14'5	
5	70	90	110	120	130	150	160	170	180	190	200	210	15	790	810	840	880	910	940	970	1000	1030	1060	1080	15	
5'5	80	100	120	130	150	170	180	190	200	210	220	230	15'5		850	870	910	950	980	1010	1040	1070	1090	1120	15'5	
6	85	110	130	150	170	180	190	200	210	220	230	240	16			910	950	980	1010	1050	1080	1110	1140	1160	16	
6'5	95	120	140	160	180	200	210	220	230	240	250	260	16'5				980	1020	1050	1090	1120	1150	1180	1210	16'5	
7		130	160	180	200	210	220	230	240	250	260	270	17				1020	1060	1090	1120	1160	1190	1220	1250	17	
7'5		140	170	190	220	230	240	250	260	270	280	300	17'5					1090	1120	1160	1200	1230	1260	1290	17'5	
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		

Suma de alturas (distancia de tierra a tierra) en metros

Suma de alturas (distancia de tierra a tierra) en metros

TABLA N.º 2 de fumigación con CIANURO SODICO en invierno

ESTACION DE PATOLOGIA VEGETAL
BURJASOT (Valencia)

Circunferencia (distancia alrededor del árbol) en metros

	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
8			140	160	180	190	200	220	230	240	250	260	8	270	280				480					10
8'5				170	190	210	220	240	250	260	270	280	8'5	290	300	310			450	470				10'5
9				180	200	220	240	260	270	280	290	300	9	310	320	330	350		480	500	510			11
9'5						230	250	270	290	300	320	330	9'5	340	350	360	370	380	510	520	540	550		11'5
10								290	310	320	340	350	10	360	370	380	390	410						12
10'5								300	320	340	360	370	10'5	380	390	410	420	440	570	580	600	620	630	12'5
11								320	340	360	380	390	11	410	420	430	450	470	590	610	620	630	650	
11'5								360	380	400	410	420	11'5	430	440	460	480	500	620	630	640	650	670	
12									400	420	440	450	12	450	470	480	500	520	640	650	660	680	700	13
12'5										440	460	470	12'5	480	490	510	530	550	670	680	690	710	720	13'5
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
3	30	35	40	45	50								13	500	520	530	550	570	590	610	630	650	660	680
3'5	35	45	50	55	60	65							13'5	520	540	560	580	600	620	640	660	680	700	710
4	40	50	60	65	70	80	90						14	540	560	580	610	630	650	670	690	710	720	740
4'5	45	55	65	75	80	90	100	110					14'5	570	590	610	630	660	680	700	720	740	760	770
5	55	65	80	90	100	110	120	130	140	150			15	590	610	630	660	680	700	730	750	770	790	810
5'5	60	75	90	100	110	120	130	140	150	160	170		15'5	640	660	680	710	730	760	780	800	820	840	850
6	65	80	100	110	120	130	140	150	160	180	190		16		680	710	740	760	790	810	830	850	870	880
6'5	70	90	110	120	140	150	160	170	180	190	200	210	220			740	770	790	820	840	860	880	900	910
7		95	120	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240		760	790	810	840	870	890	910	920	940
7'5		105	130	150	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260			820	840	870	900	920	940	950	970
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25

Suma de alturas (distancia de tierra a tierra) en metros

TABLA N.º 3 de fumigación con CIANURO SODICO en verano

ESTACION DE PATOLOGIA VEGETAL
BURJASOT (Valencia)

Suma de alturas (distancia de tierra a tierra) en metros

Circunferencia (distancia alrededor del árbol) en metros

	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
8			100	120	130	140	150	160	170	180	190	200	8	200	210				310	320					10
8'5				130	140	150	170	180	190	200	210	210	8'5	220	220	230			330	340	350				10'5
9				140	150	160	180	190	200	210	220	230	9	240	240	250	260		350	360	370	380			11
9'5						170	190	200	210	220	230	240	9'5	250	260	270	280	290	370	380	390	400	410		11'5
10								220	230	240	250	260	10	270	280	290	300	310	320	330	340				10'5
10'5								230	240	250	270	280	10'5	290	300	310	320	330	340	350					11
11								240	250	270	280	290	11	300	310	320	340	350	360	370	380				11'5
11'5									270	290	300	310	11'5	320	330	340	360	370	380	390	400	410	420		12
12										300	320	330	12	340	350	360	380	390	400	410	430	440	450	460	12'5
12'5											330	340	12'5	360	370	380	400	410	430	440	450	460	470	480	12'5
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
3	20	25	30	35	40								13	370	390	400	420	430	450	460	470	480	500	510	13
3'5	25	30	35	40	45	50							13'5	390	400	420	440	450	470	480	490	510	520	530	13'5
4	30	40	45	50	55	60	65						14	410	420	430	450	470	490	500	520	530	540	560	14
4'5	35	45	50	55	60	65	70	75	80				14'5	430	440	450	470	490	510	530	540	550	570	580	14'5
5	40	50	60	65	70	75	80	85	90	95			15	440	460	470	490	510	530	550	560	580	590	600	15
5'5	45	55	65	70	75	80	85	90	95	100	105		15'5		480	490	510	530	550	560	570	590	600	610	15'5
6	50	60	70	75	80	85	90	95	100	110	120	130	16			510	530	550	570	590	610	620	640	650	16
6'5	55	65	75	80	85	90	95	100	110	120	130	140	16'5				550	570	590	610	630	650	660	680	16'5
7		70	80	85	90	95	100	110	120	130	140	150	17				570	590	610	630	650	670	690	700	17
7'5		80	90	95	100	110	120	130	140	150	160	170	17'5					610	630	650	670	690	710	730	17'5
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	



ESTACION DE PATOLOGIA VEGETAL
BURJASOT (Valencia)

Suma de alturas (distancia de tierra a tierra) en metros

timos en el cálculo de suponer la dosis por unidad de superficie constante, como por la dificultad de repartirse el gas en un volumen considerable y por el mayor tiempo que dura la producción de gas, que cuando todo éste se ha producido, una parte de él ya ha salido a través de la lona. Estas consideraciones, unidas a las experiencias realizadas por nosotros con un nuevo árbol tomado como tipo, de dimensiones 15,5 metros de altura por 21 de circunferencia, y a los datos aportados por los fumigadores más prácticos de la región, nos ha llevado a aumentar la última parte de la tabla en un tanto por ciento que crece gradualmente del 2 al 10 para los árboles comprendidos en la tabla y cuyas circunferencias van de 18 a 25 metros.

Los números finales obtenidos se han redondeado a cero para las dosis superiores a 100 gramos y a cero y cinco para las inferiores a aquel número, obteniéndose la tabla definitiva número 2.

Esta tabla número 2 es a veces insuficiente cuando se trata de insectos muy resistentes y la intensidad de las mismas es grande, por lo cual la hemos forzado en un 33 por 100, obteniendo la tabla número 1 para cianuro sódico en invierno y que, naturalmente, sirve para sustituir a la número 2 cuando se emplee cianuro potásico.

Por último, para verano es preciso rebajar las dosis consignadas en la tabla número 2 en un 25 por 100, calculándose de este modo la tabla número 3 para cianuro sódico en la época indicada.

Bibliografía.

BACK, E. A., y COTTON, R. T.

1935. *Industrial fumigation against insects*. Washington U. S. Dep. of Agriculture. Circular número 369.

GIL CONCA, A.

1926. *Fumigación cianhídrica del naranjo. Nuevas tablas dosimétricas*. Valencia.

GÓMEZ CLEMENTE, F., y GONZÁLEZ-REGUERAL, F.

1934. *Instrucciones que deben observarse en los trabajos de fumigación con el ácido cianhídrico*. Valencia.

PETERS, G.

1932. *Guía breve para la fumigación de árboles*. (Traducción española por P. Herce.) Valencia.

1934. *A short guide to tree fumigation*. Frankfort.

QUAYLE, H. J.

1915. *The control of citrus insects*. University of California, College of Agriculture. Circular número 129. Berkeley.

VI CONGRESO INTERN. ENTOM., 1935.

SALAS AMAT, L.

1912. *Las plagas del naranjo y limonero en España*. Madrid.

WOGLUM, R. S.

1923. *Fumigation of citrus trees for control of insect pests*. U. S. Department of Agriculture, Farmers Bulletin n° 1.321. Washington.

Explicación de la lámina XXXI.

Fig. 1.—Arboles-tipo tomados para el cálculo.

Fig. 2.—Lona con numeración moderna, de 50 en 50 cm.

Fig. 3.—Lona antigua, con escalas de 30 en 30 cm.

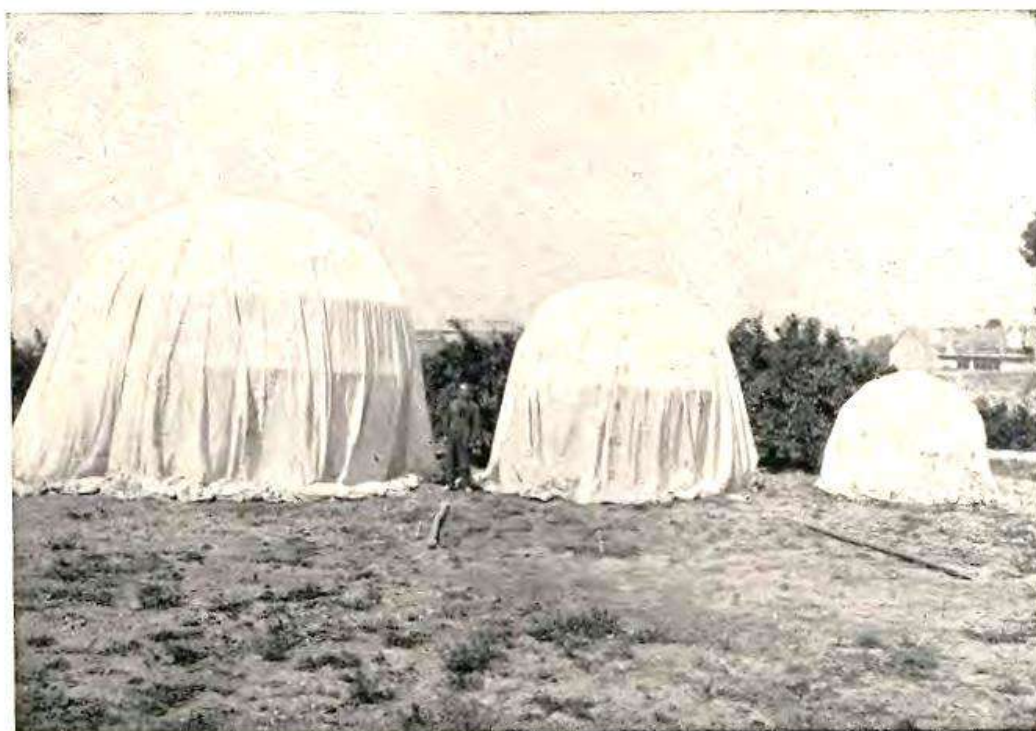


Fig. 1.

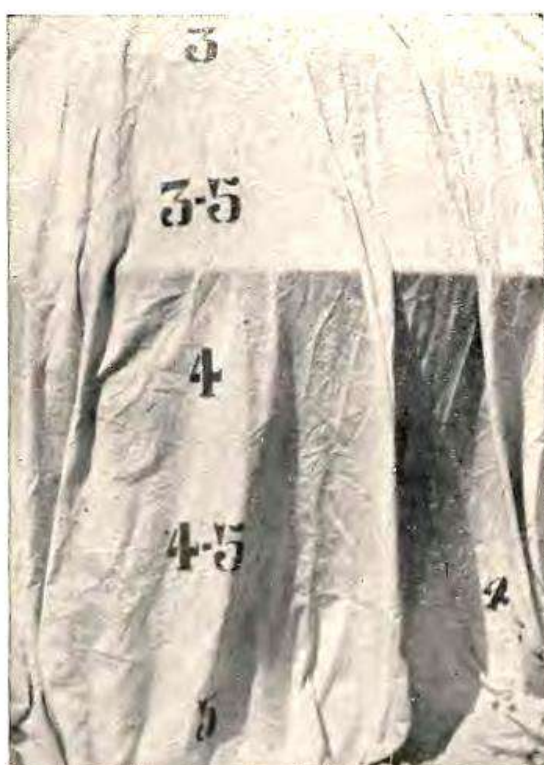


Fig. 2.

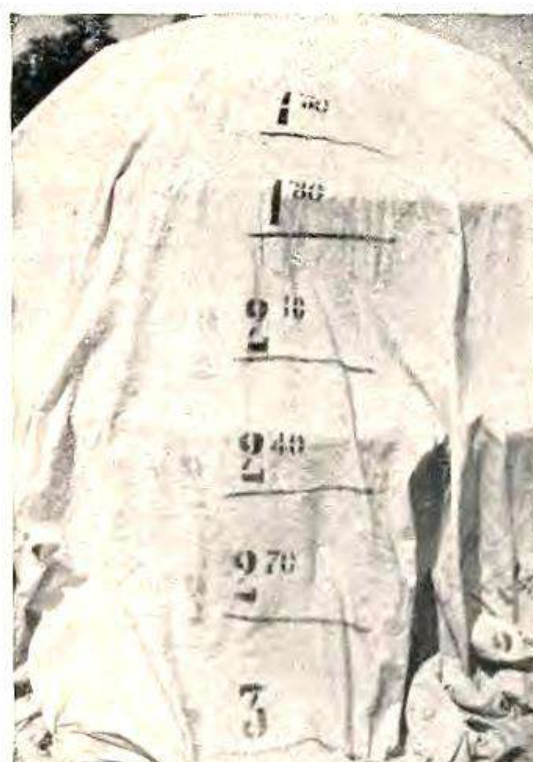


Fig. 3.

Gómez Clemente (F.) y G. Regueral (F.): Rectificación de las tablas actualmente utilizadas en la fumigación cianhídrica de los agrios en España.